

SIMBAD : Modules Motorisation et Transport de personnes

Patrick BONNEL

patrick.bonnel@entpe.fr

Jorge CABRERA DELGADO

jorge.cabrera@entpe.fr

CITiES : Formation au modèle LUTI SIMBAD

ENTPE, 3–4 octobre 2013



Laboratoire d'Economie
des Transports



UNIVERSITÉ DE LYON



ENTPE

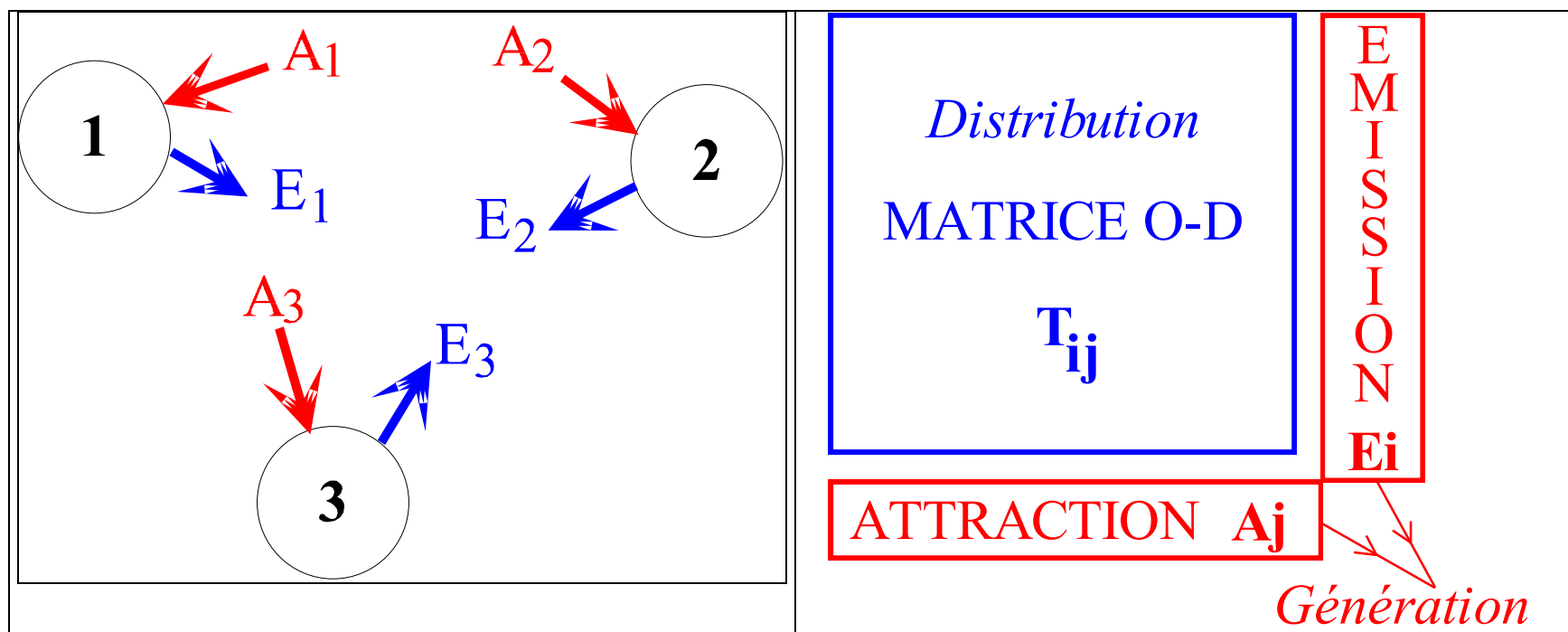
Plan de la présentation

- Présentation générale
- Génération
- Distribution
- Répartition modale
- Motorisation

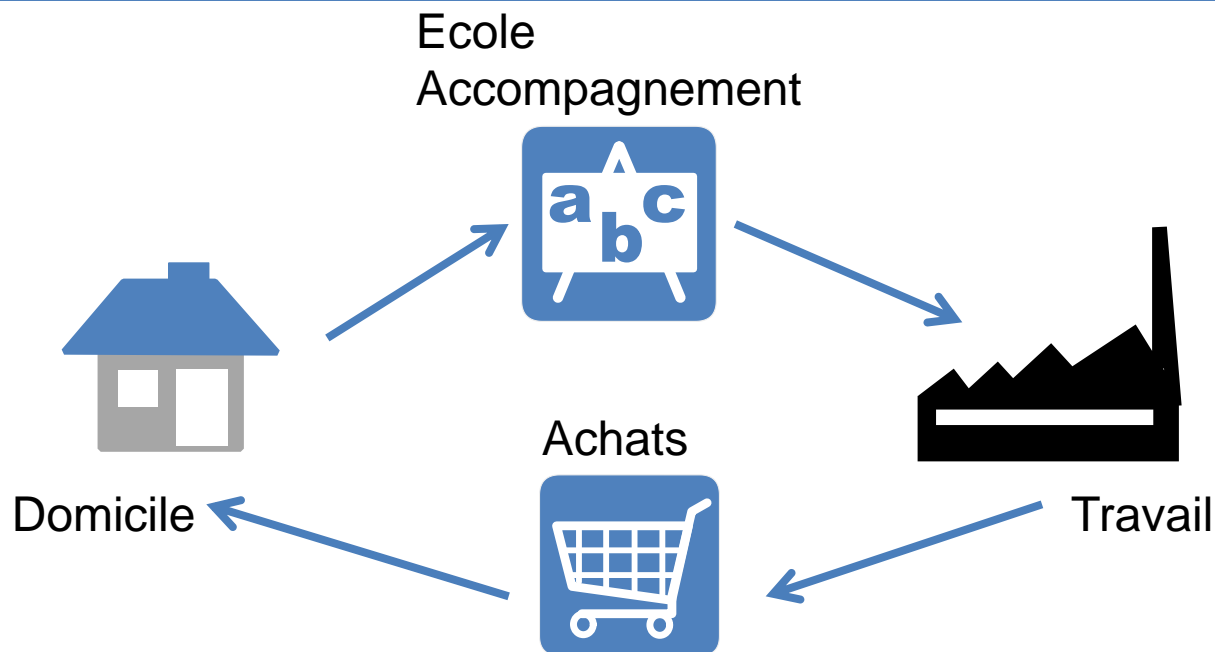
Mobilités individuelles : modèle à 4 étapes

- **Génération** :
 - Emissions : micro-simulation aléatoire (nouveau)
 - Attractions : « règle de 3 » à partir des emplois
- **Distribution** : 3 (classes de revenu) * 6 (motifs)
modèles gravitaires (résistance exponentielle)
- **Répartition modale** : 2 modèles indépendants
 - Modes « doux » / motorisés : classification croisée
 - Modes motorisés VP / TC : logit
- **Affectation** : (présentation suivante)
 - Voirie (VP+...) : équilibre de Wardrop
 - TC : affectation selon la cadence

Génération : principe



Unité de mesure : sortie



4 Déplacements dont :
 2 *Home-based* (HB)
 Accompagnement
 Achats
 2 *Non home-based* (NHB)

On perd le motif principal Travail

- 4 déplacements → **1 sortie**
- On conserve un motif « principal » selon la hiérarchie
 Travail > Enseignement (primaire, secondaire et supérieur) >
 Achats-Services > Autres.
- Avantageux pour ensemble des étapes

Emissions : micro-simulation aléatoire

- Motivation : limitations des modèles classiques
 - Régression : généralement 1 à 3 variables explicatives
 - Pouvoir explicatif limité en raison d'une variance intra-personnelle forte
 - Limites classiques liées aux corrélations entre variables explicatives et à la forme linéaire
 - Classification croisée :
 - Comment choisir les variables ?
 - Gestion des effectifs pour définir les classes

Emissions : micro-simulation aléatoire

- Principes de la micro-simulation :
 - Définition d'une population synthétique
 - Attribuer aux individus (ménages) d'un certain type (caractéristiques socioéconomiques) le comportement de mobilité (nombre de sorties, motifs) d'un individu « identique » tiré aléatoirement des enquêtes ménages déplacements
- Mise en œuvre : définition d'une typologie
- Prise en compte de l'évolution des caractéristiques socioéconomiques dans le futur
- Mais pas l'évolution des comportements

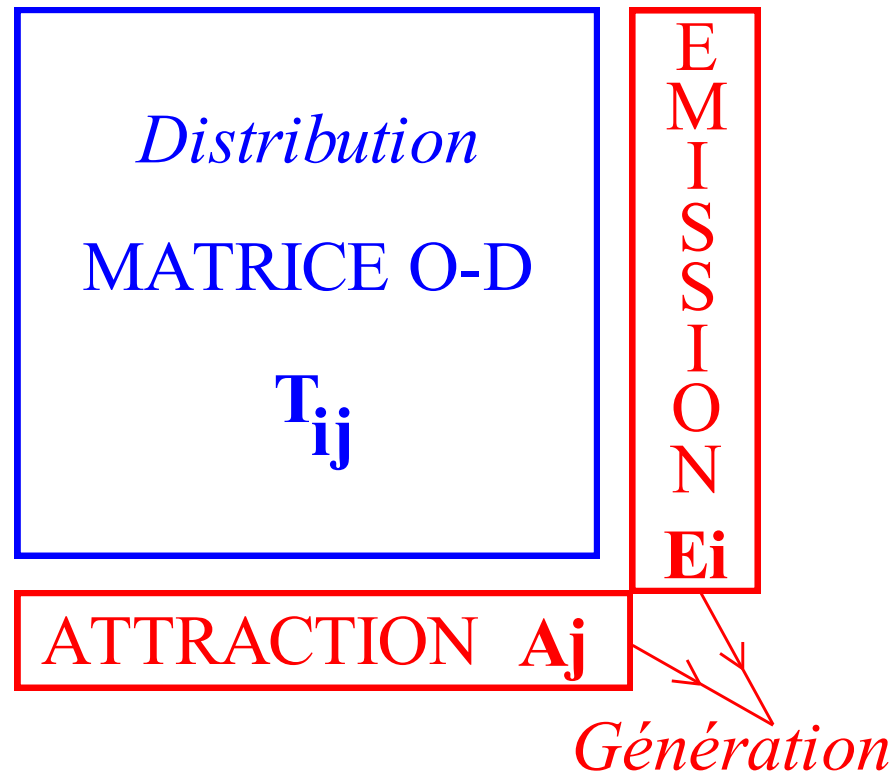
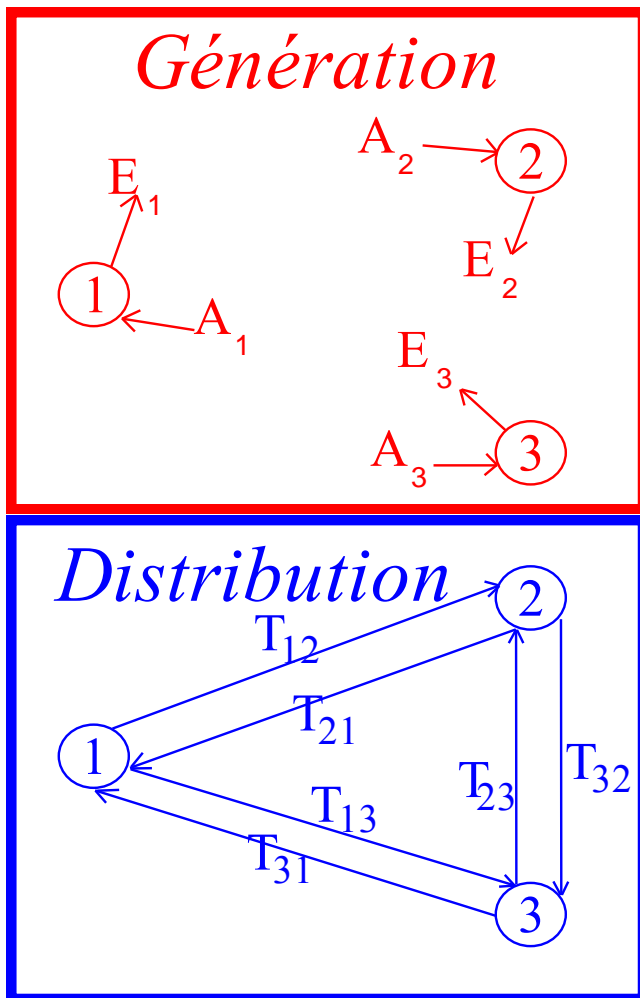
Définition d'une typologie

- Définition d'une typologie pour les individus
 - Application d'algorithmes d'apprentissage supervisé (CART)
 - Variable à expliquer qualitative = profil de mobilité = nombre de sorties selon type de sortie (suite des motifs)
- Mais base de données contient des ménages
- Nécessité de définir des segments de ménages correspondant à ceux dégagés pour les individus

Variables pour les typologies

- Typologie individuelle :
 - Statut (actif, études, retraite, au foyer, autres)
 - Distance domicile-travail/études
 - Motorisation
 - Localisation du domicile
 - Structure du ménage
 - Revenu du ménage
 - Age et sexe
- Typologie ménages :
 - Taille du ménage
 - Nombre d'actifs
 - Motorisation
 - Localisation résidentielle
 - Revenu du ménage
 - Age de la personne de référence

Distribution principe



- **Choix de la destination**
- **Objectif : construction de la matrice O-D (par motif)**

Distribution principe

Principe : Loi de la **Gravitation Universelle de Newton**

$$F = \frac{G * (M_i * M_j)}{d_{ij}^2} \quad \Rightarrow \quad T_{ij} = \frac{K * (P_i + P_j)^a * (R_i + R_j)^b}{Cg_{ij}^c}$$

Application à l'urbain :

$$T_{ij} = a_i b_j O_i D_j f(C_{ij})$$

O_i émission ; D_j attraction ; C_{ij} coût généralisé de i à j

$f(..)$ fonction de résistance

Modèle gravitaire

- Modèle doublement contraint à fonction de résistance exponentielle
- Population segmentée par niveau de revenu en 3 segments (20 %, 60 %, 20 %)
- Calibration à partir des données de l'EMD de 2006.
- Matrice O-D observée composée de « demi-sorties »
- Méthode de calibration permet de reproduire le temps généralisé moyen de déplacement observé (*Plutôt la matrice O-D ?*)

Modèle gravitaire doublement contraint

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta c_{ij})$$

$$A_i = \left(\sum_{j \in Z} B_j D_j \exp(-\beta c_{ij}) \right)^{-1}$$

$$B_j = \left(\sum_{i \in Z} A_i O_i \exp(-\beta c_{ij}) \right)^{-1}$$

T_{ij} nombre de demi-sorties modélisées

c_{ij} temps généralisé

O_i émissions de la zone i

D_j attractions de la zone j

- Calage donne les coefficients suivants

MOTIFS	β		
	bas	moyen	haut
Travail	0,17	0,11	0,11
Ens. Primaire	0,65	0,53	0,65
Ens. Secondaire	0,35	0,25	0,39
Ens. Supérieur	0,35	0,22	0,42
Achats-Services	0,31	0,27	0,29
Autres Motifs	0,3	0,26	0,25

Répartition modale : principe

- Correspond au **choix du mode** par l'individu
- Construction des **matrices O-D par mode**

Classification croisée + logit

- Approche agrégée de la répartition modale :
- Modèle de classification croisée pour le choix entre modes « doux » et modes motorisés.
 - Variables en entrée : distance à vol d'oiseau et densité (zone destination)
 - Calcul des moyennes/classe à partir des données de l'EMD 2006
- Modèle logit agrégé (appliqué à l'échelle des O-D) pour le choix entre VP et TC

Modes doux – Modes motorisés

- Exemple de coefficients pour le motif Travail

	Motif Travail %	
Dist (m) inf à	Urbain	non urbain
500	68	66
1000	58	41
2000	26	23
3000	11	9
5000	5	3

Répartition VP-TC : logit

$$(U_{VP} - U_{TC})_{ij} = k_2 + \tau_{TC} \cdot CPTC_{ij} + \tau_{VP} \cdot CPVP_{ij} + \delta_2 \cdot d_j$$

- ○ $CPTC_{ij} \equiv c_{ij}^{TC} \cdot \xi$
- $CPVP \equiv c_{ij}^{VP} / \xi$
- c_{ij}^x temps généralisé du mode x
- d_j densité de la zone de destination (proxy de la contrainte de stationnement)
- ξ_i taux de motorisation de la zone d'origine
- Segmentation par motifs et niveau de revenu. Modèle appliqué uniquement aux motifs Travail, Enseignement supérieur, Achats-services et Autres.
- Motifs Enseignement primaire et secondaire : application des parts TC suivantes : 8 % et 70 % respectivement

Répartition VP-TC : logit sur les O-D

- Calibration : méthode itérative à partir de régressions linéaires
 - On ordonne les O-D par ordre croissant de différence d'utilité
 - on définit des classes par intervalle croissant de différence d'utilité (150 demi-sorties observées)
 - On estime les coefficients par régression linéaire sur les valeurs pour chaque classe
 - On répète la procédure N=1500 fois
 - On prend les valeurs moyennes des coefficients

Répartition VP-TC : logit sur les O-D

- Les coefficients obtenus sont en accord avec ce à quoi on aurait pu s'attendre, en termes de signes (exemple revenu médian)

Revenu	Motif	k_2	τ_{TC}	τ_{VP}	d_j
M é d i a n	Travail	2,304	0,042	-0,056	-0,006
	Achats- Services	3,451	0,028	-0,105	-0,005
	Ens. Supérieur	-0,213	0,041	-0,041	-0,006
	Autres	3,877	0,039	-0,081	-0,01

Motorisation des nouveaux ménages

- Les données de population de départ (RGP) contiennent des niveaux de motorisation observés
- Génération et Répartition modale font appel à la motorisation comme variable explicative
- La population synthétique évolue avec des ménages créés à chaque année
- Il est nécessaire de leur attribuer un niveau de motorisation

Motorisation des nouveaux ménages

- On utilise une méthode inspirée des principes du modèle de génération
- Définition d'une typologie des ménages où chaque type à une probabilité d'avoir un niveau de motorisation
- Le taux de motorisation de chaque nouveau ménage est déterminé par tirage aléatoire dans la table de probabilité en fonction des caractéristiques du ménage :
 - localisation résidentielle
 - taille
 - nombre d'actifs
 - niveau de revenu

Merci de votre attention...